

**LUÍS FERNANDO SILVA DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE TERRAÇOS LOCADOS VIA CAD-EARTH**

**BAMBUÍ-MG**

**2018**

**LUÍS FERNANDO SILVA DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE TERRAÇOS LOCADOS VIA CAD-EARTH**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
mediante as normas para obtenção do título  
de Graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Marco Antônio do Carmo

**BAMBUÍ-MG**

**2018**

**LUÍS FERNANDO SILVA DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA PRECISÃO DE TERRAÇOS LOCADOS VIA CAD-EARTH**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
mediante as normas para obtenção do título  
de Graduação em Agronomia.

Orientador: Prof. Marco Antônio do Carmo

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Prof. Marco Antônio do Carmo (Orientador)

---

Prof. Vladimir Antônio Silva (IFMG campus Bambuí-MG)

---

Prof. Flavio Vasconcelos Godinho (IFMG campus Bambuí-MG)

**BAMBUÍ-MG**

**2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me lotado de fé e fornecido saúde para acreditar e completar este ciclo em minha vida.

Agradeço a minha mãe, Maria de Lourdes Silva de Jesus, por sempre ter estado comigo e me apoiado, nos bons e más momentos.

Agradeço ao Professor Marco Antônio do Carmo, pela orientação e paciência na conclusão do trabalho; e aos integrantes da banca pela disponibilidade de acompanhar e avaliar a apresentação do trabalho realizado.

*“ Sei que sou um pecador Senhor, mas a fé que em mim há em ti me faz acreditar. Sempre te louvareis, cujo as mais altas montanhas são dádivas de tua glória eterna. Sobre luzes ou trevas, carrego-te onde quer que eu esteja, pois Tu és a cura. Ora, apenas peço-te, andai-me juntos, não me abandone, pois nenhuma corrente ou palavra alheia romperá o que em Ti tenho em mim. ”*

*(Luís Fernando Silva de Jesus)*

## RESUMO

JESUS, L. F. **Avaliação da Precisão de Terraços Locados via Cad-Earth**. 2018. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal de Minas Gerais - *campus* Bambuí, 2018.

O solo é um dos elementos naturais mais importantes da biosfera terrestre, onde métodos conservacionistas devem ser adotados em um campo de produção à fim de reduzir a sua degradação por agentes edafoclimáticos. O terraceamento é um método amplamente usado na conservação do solo, característico de cortes e aterros de terra sobre curvas de nível do terreno. São amplos os instrumentos usados na delimitação de curvas de nível no terreno, sendo eles: Nível de precisão, Teodolito e Nível de Mangueira. Atualmente, ferramentas eletrônicas vinculadas a internet tem apresentado um avanço e confiabilidade na operação desta atividade, dentre estas, o aplicativo Google Earth, que através de um “plugin” do software AutoCAD, permite por meio de imagens georreferenciadas de um terreno, gerar curvas de nível. No presente trabalho, o “plugin” utilizado foi o Cad-Earth. Este “plugin” é projetado para importar/exportar imagens, objetos e malhas do terreno entre o Google Earth e programas CAD, criando também linhas de perfil do terreno. Contudo, almejou-se no trabalho, avaliar a eficiência do software Cad-Earth na locação de estruturas de terraços. Uma área de 16751.50 m<sup>2</sup>, originária de Latossolo, foi mapeada com o auxílio de um GPS topográfico e adotada às suas coordenadas no software Cad-Earth, o Datum SIRGAS 2000/UTM Zona 23S para o georreferenciamento da área. A distância horizontal e vertical entre os terraços foi calculada seguindo a metodologia de Bertolini & Cogo (1996). Do mapa georreferenciado, foi habilitado a malha altimétrica e adotada as curvas de nível no software Cad-Earth em consonância a distância vertical calculada (4 m). No campo, os terraços de altitude 696 m e 692 m foram localizados seguindo uma metodologia de “pontos e linha de referência”, através do mapa planimétrico realizado no Cad-Earth, com ângulos e pontos de referência. Para a avaliação da eficiência do software, foi realizado a leitura com o Nível de precisão dos fios médios de determinados pontos característicos dos terraços 696 m e 692 m localizados em campo. Houve variação nas declividades e diferenças de nível entre os pontos de cada terraço, porém, as diferenças entre declividade máxima e mínima entre os terraços evidenciaram um padrão altimétrico.

**Palavras-chave:** Software, Terraceamento, Curvas de nível, Confiabilidade.

## ABSTRACT

JESUS, L. F. **Assessment of the Accuracy of Terraces Placed via Cad-Earth**. 2018. 24 p.  
Completion Course Course - Federal Institute of Minas Gerais - Bambuí *campus*, 2018.

Soil is one of the most important natural elements of the terrestrial biosphere, where conservation methods must be adopted in a field of production in order to reduce its degradation by edaphoclimatic agents. Terracing is a widely used method of soil conservation, characteristic of landfills and landfills on ground-level contours. The instruments used in the delimitation of level contours in the field are wide, being: Level of precision, Theodolite and Hose Level. Currently, electronic tools linked to the Internet have presented an advance and reliability in the operation of this activity, among them, the Google Earth application, which through an AutoCAD software plugin allows, through geo-referenced images of a terrain, generate curves of level. In the present work, the "plugin" used was the Cad-Earth. This plugin is designed to import / export terrain images, objects and meshes between Google Earth and CAD programs, also creating terrain profile lines. However, the aim of the study was to evaluate the efficiency of Cad-Earth software in the leasing of terraced structures. An area of 16751.50 m<sup>2</sup>, originated from Latossolo, was mapped with the aid of a topographic GPS and adopted to its coordinates in the Cad-Earth software, the Datum SIRGAS 2000 / UTM Zona 23S for the geo-referencing of the area. The horizontal and vertical distance between the terraces was calculated according to the methodology of Bertolini & Cogo (1996). From the georeferenced map, the altimetric mesh was enabled and the level curves in the Cad-Earth software were adopted according to the calculated vertical distance (4 m). In the field, terraces with a height of 696 m and 692 m were located following a "point and reference line" methodology, using the planimetric map realized in Cad-Earth, with angles and reference points. For the evaluation of the efficiency of the software, the reading with the Level of precision of the average wires of certain characteristic points of the terraces 696 m and 692 m located in the field were realized. There was variation in the slopes and differences in level between the points of each terrace, however, the differences between maximum and minimum slope between the terraces showed an altimetric pattern.

**Keywords:** Software, Roofing, Contouring, Reliability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Terraço Tipo Nichols.....	11
<b>Figura 2:</b> Terraço Tipo Mangum.....	11
<b>Figura 3:</b> Área experimental.....	13
<b>Figura 4:</b> Coordenadas exportadas para o software CAD-Earth.....	14
<b>Figura 5:</b> Pontos ligadas via comando “Polyline” formalizando o mapa planimétrico.....	14
<b>Figura 6:</b> Adoção do Datum.....	17
<b>Figura 7:</b> Área georreferenciada no software Google Earth.....	17
<b>Figura 8:</b> Malha altimétrica do terreno exportada do software Google Earth.....	17
<b>Figura 9:</b> Habilitação do DN no software CAD-Earth.....	18
<b>Figura 10:</b> Curvas de nível geradas.....	18
<b>Figura 11:</b> Layer malha desabilitado.....	18
<b>Figura 12.1:</b> Determinação da distância horizontal do ponto A até o B.....	19
<b>Figura 12.2:</b> Medição com a trena do ponto A até o B.....	19
<b>Figura 13.1:</b> Determinação do ângulo de referência do ponto A ao B.....	20
<b>Figura 13.2:</b> Teodolito estacionado.....	20
<b>Figura 14:</b> Determinação do ângulo de referência do ponto C ao D.....	20
<b>Figura 15.1:</b> Determinação dos terraços em pontos locados via linha de referência.....	21
<b>Figura 15.2:</b> Barbante ligando o ponto inicial e final (referência).....	21
<b>Figura 16:</b> Leitura do fio médio de cada ponto dos terraços. ....	22
<b>Figura 17:</b> Perfil do terraço de cota 696 m.....	24
<b>Figura 18:</b> Perfil do terraço de cota 692 m. ....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Índice variável para tipo de solo.....	15
<b>Tabela 2:</b> Fator de uso do solo.....	15
<b>Tabela 3:</b> Fator de manejo do solo.....	16
<b>Tabela 4:</b> Levantamento altimétrico.....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
3.1 Delimitação da Área.....	13
3.2 Cálculo dos Terraços.....	14
3.3 Geração das curvas de nível pelo Google Earth via CAD-Earth.....	16
3.4 Locação dos terraços no campo.....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos elementos naturais mais importantes da biosfera terrestre. Todo sustento humano é dele retirado, constituindo um componente fundamental dos ecossistemas e dos ciclos naturais; suporte essencial do sistema agrícola, extenso reservatório de água e um presente recurso característico de atividades químicas e biológicas constantes e intensas (PORTAL DO AMBIENTE, 2017).

A prática da atividade agrícola torna-se onerosa em um solo degradado. Com a exploração das terras pelo homem, este fez desta atividade, um agente de degradação do solo; expresso pelas áreas degradadas pela mineração e agropecuária, áreas de empréstimos e de rejeitos, queimadas, desmatamentos, cortes e aterros, etc, onde métodos conservacionistas em relação à água, ao solo e à biodiversidade devem ser adotados na tentativa de promover o uso sustentável do solo (CARDOSO; POTTER; DEDECEK, 1992).

Uma das causas de degradação em terras agricultáveis é a erosão hídrica causada pelas águas das chuvas ou de irrigação, que consiste no desprendimento e arraste de partículas do solo gerando o encrostamento, cessando a capacidade de infiltração de água do solo e consequentemente, perda de nutrientes devido ao escoamento superficial (ZONTA *et al.*, 2012).

São amplos os métodos conservacionistas a serem adotados em um campo de produção, sendo um deles, conhecido como “Terraceamento”.

Este método consiste na construção de estruturas físicas em nível ou desnível no sentido transversal ao declive do terreno em intervalos dimensionados, visando o controle do escoamento superficial das águas.

Os terraços em nível, de retenção ou infiltração, são construídos sobre as curvas de nível e com as bordas bloqueadas. Sua função é interceptar a enxurrada e permitir que a água seja retida e infiltre. São indicados para solos com até 12% de declividade. Os terraços em gradiente ou desnível, são construídos com pequeno gradiente, e sua função é acumular o excedente de água e permitir seu escoamento lentamente para fora da área. São indicados para solos com até 20% de declividade. Os terraços mistos são construídos no canal de pequeno declive e com o volume de acumulação do escoamento superficial, uma vez que esse volume é preenchido, começa a agir em gradiente (EMBRAPA, 2012).

As construções baseiam-se na movimentação de terra em cortes, formando canais escoadores e/ou de infiltração de água, e posteriormente aterros, formando camalhões, agindo com que o escoamento não se avolume e ganhe velocidade, evitando o poder erosivo da

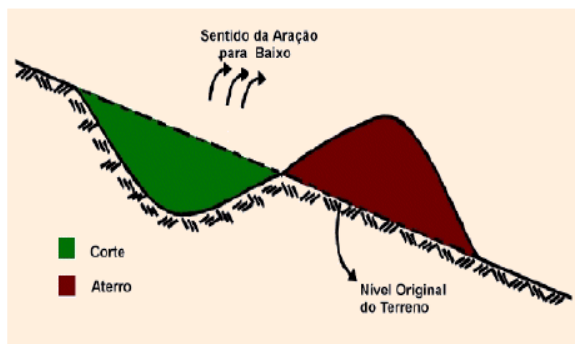
enxurrada (ZONTA *et al.*, 2012; WADT, 2003).

Quanto ao modo de construção, os terraços podem ser confeccionados tanto com arados fixos, reversíveis ou terraceadores, sendo os terraços distinguidos usualmente como: tipo Nichols e tipo Mangum (ZONTA *et al.*, 2012).

Os terraços do tipo Nichols (**Figura 1**) são construídos movimentando-se terra sempre de cima para baixo, formando um canal triangular curto e profundo. São dimensionados para terrenos de pequenas ou maiores declividades, tendo como desvantagem o baixo armazenamento de água comparado ao do tipo Mangum e a impossibilidade de se cultivar nos canais (ZONTA *et al.*, 2012).

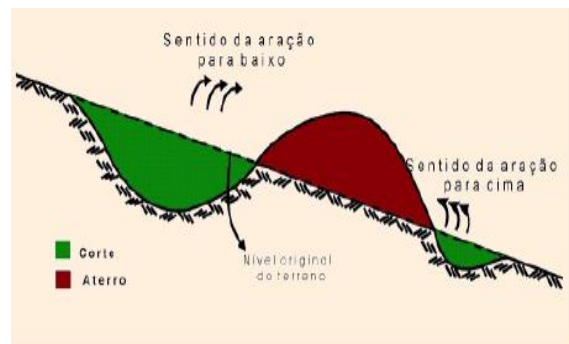
Os terraços do tipo Mangum (**Figura 2**) são dimensionados para terrenos de pequenas declividades, movimentando-se uma faixa mais larga de terra, sendo deslocado tanto de cima para baixo como de baixo para cima, em passadas de ida e volta do trator formando um canal mais largo, raso e com uma maior capacidade de armazenamento de água que o do tipo Nichols (ZONTA *et al.*, 2012).

**Figura 1:** Terraço Tipo Nichols.



Fonte: Zonta *et al.*, 2012.

**Figura 2:** Terraço Tipo Mangum



Fonte: Zonta *et al.*, 2012.

O dimensionamento de um terraço está diretamente relacionado ao tipo de solo, profundidade, declividade do terreno, intensidade e duração das chuvas (WADT, 2003).

Quando as operações de preparo, cultivo e plantio são realizadas em nível, o aumento da rugosidade superficial decorrente dos sulcos deixados pela semeadora, perpendicular ao declive do terreno, e as linhas cultivadas, formam barreiras para o escoamento superficial, reduzindo a erodibilidade (ZONTA *et al.*, 2012).

Na locação do terraço, com base na representação e estudo do relevo de sua superfície, faz-se o uso de um campo da Topografia denominado Altimetria, que nada mais é que a ciência que estuda a medição de alturas, interpretação e a aplicação de seus resultados, tendo

como o principal objetivo, determinar diferenças de elevações em diferentes pontos de um terreno, ou seja, se há ou não existência de inclinações em planos horizontais e verticais (FREITAS; BLITZKOW, 1999).

Os aparelhos e/ou instrumentos topográficos comumente utilizados na determinação dessas elevações são: Nível de mangueira, Teodolito ou Nível de Precisão; todos eles, estipulando de maneira significativa as cotas em um terreno (ZONTA *et al.*, 2012).

Atualmente, ferramentas eletrônicas vinculadas a internet tem apresentado um avanço e confiabilidade na operação destas atividades, dentre estas, o aplicativo Google Earth, que através de um “plugin” do software AutoCAD, permite por meio de imagens georreferenciadas de um terreno, gerar curvas de nível. Neste trabalho o “plugin” utilizado foi o Cad-Earth.

Este “plugin” é projetado para importar/exportar imagens, objetos e malhas do terreno entre o Google Earth e programas CAD, criando também linhas de perfil do terreno.

Com as coordenadas do terreno, localiza-se e delimita-se no Google Earth a área a ser trabalhada. Feito esse trabalho, realiza-se a plotagem da imagem georreferenciada para o Cad-Earth para a delimitação das cotas e posteriormente, das curvas de nível.

Com a universalização da internet e o progressivo desenvolvimento tecnológico, ferramentas assim vêm a contribuir no alcance da exatidão em trabalhos de campo realizados.

Contudo, este trabalho almejou avaliar a eficiência do software Cad-Earth na locação de estruturas de terraços.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Dentre as práticas de conservação de solo existentes, entre as mais efetivas, podemos citar a prática de terraceamento de áreas de cultivos em nível, práticas impossíveis de serem realizadas sem a demarcação de curvas de nível no terreno a ser trabalhado; porém, a sua demarcação pelos métodos tradicionais é trabalhosa.

Os terraços quanto a sua função podem ser em nível, em desnível ou misto.

Os terraços mistos são construídos com o canal em pequeno declive e com uma zona de acúmulo de escoamento superficial, onde um tubo de tomada de água ligado a um dreno subterrâneo elimina o excesso de água acumulada. Estes terraços permitem pequenas diferenças de declividade nas suas curvas de nível, fazendo com que o escoamento das águas ocorra de forma lenta, minimizando de maneira expressiva o poder erosivo das enxurradas

(WADT, 2003).

Na demarcação das curvas de nível no terreno, Níveis de Precisão, Teodolitos e Níveis de Mangueira, realizam de maneira precisa esta atividade.

No entanto, com a difusão de tecnologias de GPS e programas de imagens de satélite, surgiram novos programas que podem gerar curvas de nível pelo próprio computador, fazendo que este trabalho seja mais facilitado.

A Google Inc., Empresa norte americana, lançou em 2001 um programa geotecnológico chamado Google Earth, que permite acesso à informações geoespaciais e tem como objetivo popularizar o acesso, mostrando uma nova perspectiva e visão da cartografia do mundo (RIBAS, 2007).

Por ser uma ferramenta de geoprocessamento gratuita e fácil de ser utilizada seja qual for os fins, esta alcança diferentes públicos, desde o cidadão simples até usuários avançados ao uso de sistemas de informações geográficas mais profissionais. Esse conjunto de fatores torna suas imagens bastante difundidas, porém o que não é tão difundido assim são os níveis de precisão que o programa oferece, pois eles não percebem que por detrás da “nitidez da imagem” podem passar despercebidos erros que estão sendo desprezados, podendo trazer sérias consequências quando utilizados em projetos cartográficos.

A ausência de dados exatos quanto ao nível de precisão das imagens resulta no fornecimento de informações não confiáveis, que conseqüentemente irão gerar erros comprometedores à qualidade e exatidão dos projetos realizados a partir deste dados (MAFRA & ZORM, 2010).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *campus* Bambuí, localizado na rodovia Bambuí/Medeiros/Km 5 - FAZENDA VARGINHA - 20° 03' 11" S - 46° 00' 88" W - Bambuí-MG.

A área experimental (**Figura 3**) possui 16751.50 m<sup>2</sup>, principia-se de um Latossolo Amarelo, apresenta textura argilosa, declividade de 11,72 % e cobertura vegetal sobreposta por *Brachiaria*.

**Figura 3:** Área experimental.



Fonte: JESUS, 2018.

### 3.1. Delimitação da Área

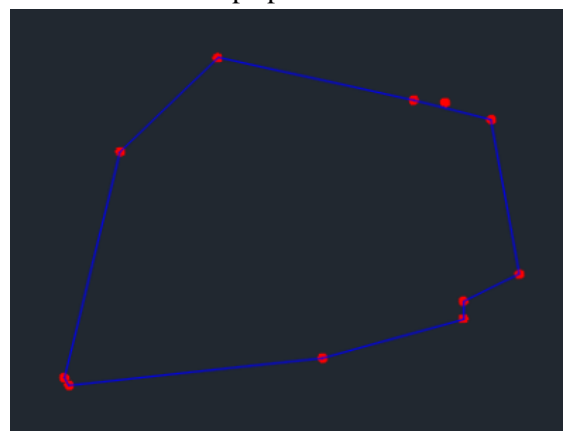
Com o uso de um GPS topográfico, foram coletadas as coordenadas UTM dos vértices da área. Utilizando o aplicativo “Bloco de Notas”, estas coordenadas foram locadas no software CAD-Earth. Estes pontos (**Figura 4**), que representam as coordenadas, foram ligados com o comando “Polyline”, formando assim a área a ser estudada (**Figura 5**).

**Figura 4:** Coordenadas exportadas para o software CAD-Earth.



Fonte: CAD-Earth, 2018.

**Figura 5:** Pontos ligados via comando “Polyline” formalizando o mapa planimétrico.



Fonte: CAD-Earth, 2018.

### 3.2. Cálculo dos Terraços

A Distância Horizontal (DH) e Vertical (DV) entre os terraços foi calculada seguindo a metodologia de Bertolini & Cogo (1996), sendo:

$$DV = \frac{0,4518 \times K \times D^{0,58} \times (u + m)}{2}$$

$$DH = \frac{100 \times DV}{D}$$

onde,

D = Declividade do terreno, em porcentagem;

K = Índice variável para cada tipo de solo;

u = Fator de uso do solo;

m = Fator de manejo do solo (Manejo de restos culturais e preparo do solo).

**Tabela 1:** Índice “k” variável para tipo de solo.

Principais características						
Grupo de resistência á erosão	Profundidade	Permeabilidade	Textura	Razão textural	Grandes grupos de solos	Índice K
A alto	Muito profundo (>2,0 m) ou profundo (1 a 2 m)	Rápida/rápida Moderada/rápida	Média/média m.argilosa./m arg. Argilosa/arg	< 1,2	LR, LE, LV, LH, LVr, LVt, Lea e LVa	1,25
B moderado	Profundo	Rápida/rápida Moderada/rápida	Arenosa/m. Arenosa/arg. Média/arg. Argil./m.arg	1,2 a 1,5	PLn, TE, PVls, R, RPV, RLV, Lea e LVa	1,10
C baixo	Profundo moderadamente profundo	Lenta/rápida Lenta/moderada Rápida/moderada	Arenosa/m. média/arg. arenosa/arg. Aren./m.arg	> 1,5	Pml, PVp, PVls, PC e M	0,90
D muito baixo	Moderadamente profundo	Rápida/moderada ou lenta/lenta	Muito variável	Muito variável	Li-b, Li- ag, gr, Li-fi, Li- ac e PVp (rasos)	0,75

**Fonte:** Bertolini & Cogo, 1996.

**Tabela 2:** Fator “u” de uso do solo.

<b>Grupo</b>	<b>Culturas</b>	<b>Índice “U”</b>
1	Feijão, mandioca e mamona	0,50
2	Amendoim, algodão, arroz alho, cebola, girassol e fumo	0,75
3	Soja, batatinha, melância, abóbora, melão e leguminosas para adubação verde	1,00
4	Milho, sorgo, cana-de-açúcar, trigo, aveia, centeio, cevada, outras culturas de inverno e frutíferas de ciclo curto, como o abacaxi	1,25
5	Banana, café, citros e frutíferas permanentes, café	1,50
6	Pastagens e/ou capineiras	1,75
7	Reflorestamento, cacau e seringueira	2,00

**Fonte:** Bertolini & Cogo, 1996.

**Tabela 3:** Fator “m” de manejo do solo.

<b>Grupos</b>	<b>Preparo primário</b>	<b>Preparo secundário</b>	<b>Restos culturais</b>	<b>Índices</b>
<b>1</b>	Grade aradora (ou pesada) ou enxada rotativa	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,50
<b>2</b>	Arado de disco ou aiveca	Grade niveladora	Incorporados ou queimados	0,75
<b>3</b>	Grade leve	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,00
<b>4</b>	Arado escarificador	Grade niveladora	Parcialmente incorporados com ou sem rotação de culturas	1,50
<b>5</b>	Inexistente	Plantio sem revolvimento do solo, roçadeira, rolo-faca, herbicidas (plantio direto)	Superfície do terreno	2,00

**Fonte:** Bertolini & Cogo, 1996.

De posse dos dados característicos da área de estudo, chegou-se a seguinte Distância Vertical e Horizontal entre os terraços:

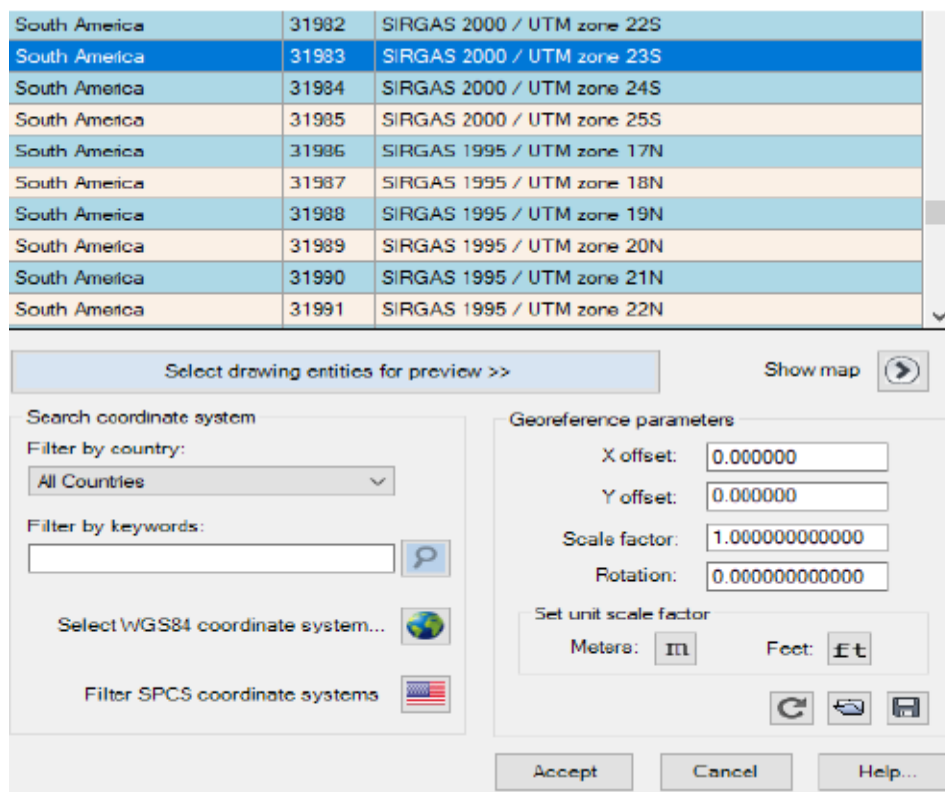
$$DV = \frac{0,4518 \times K \times D^{0,58} \times (u + m)}{2} = 4,00 \text{ m}$$

$$DH = \frac{100 \times DV}{D} = 34,12 \text{ m}$$

### 3.3. Geração das curvas de nível pelo Google Earth via CAD Earth

Adotou-se para o mapa planimétrico o Datum SIRGAS 2000/UTM Zona 23S (**Figura 6**) para o georreferenciamento de suas coordenadas. Estas foram exportadas para o aplicativo Google Earth para a visualização da área georreferenciada (**Figura 7**). Em seguida, exportou-se a malha altimétrica do terreno para o software CAD-Earth (**Figura 8**).

**Figura 6:** Adoção do Datum.



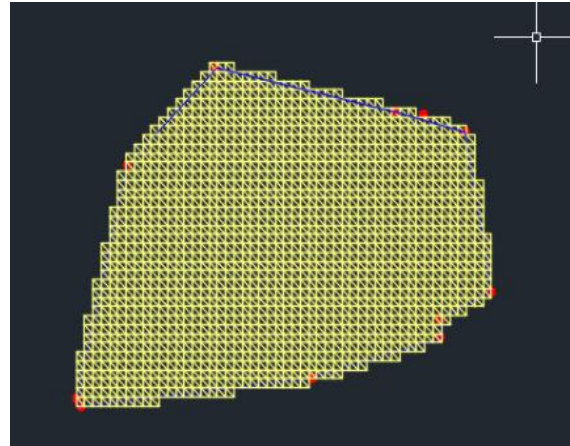
Fonte: CAD-Earth, 2018.

**Figura 7:** Área georreferenciada no aplicativo Google Earth.



Fonte: Google Earth, 2018.

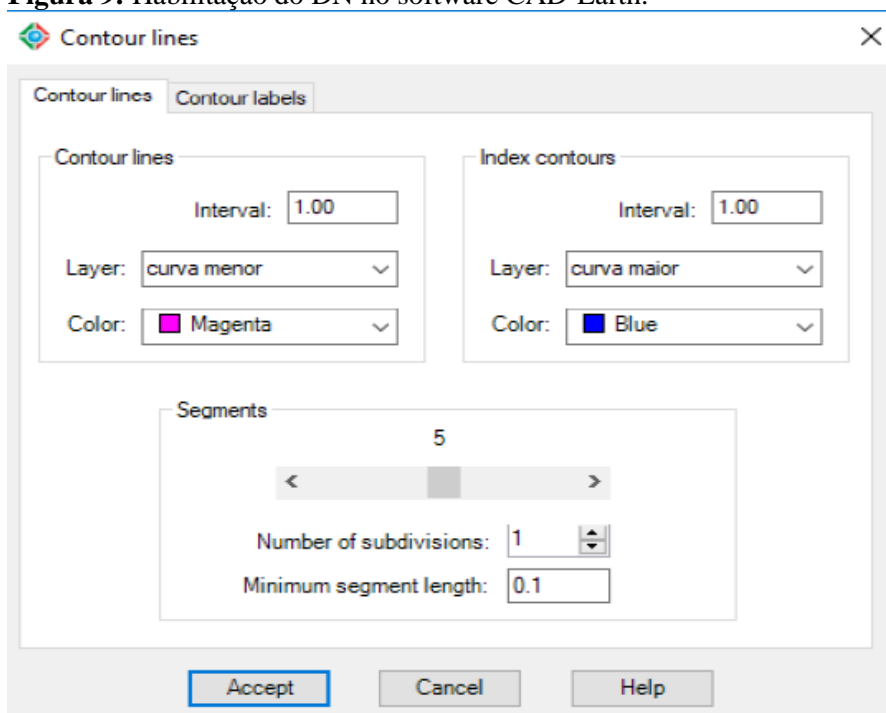
**Figura 8:** Malha altimétrica do terreno exportada do aplicativo Google Earth.



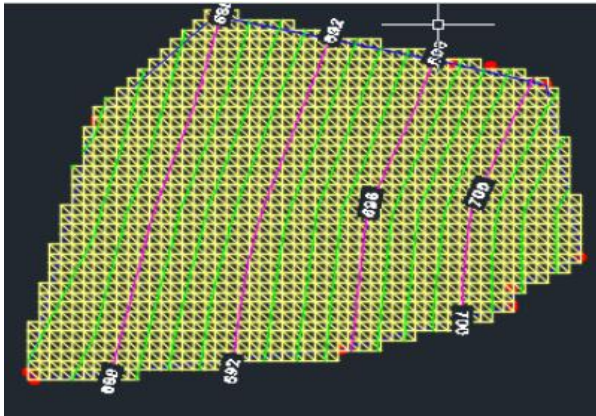
Fonte: CAD-Earth, 2018.

Com a Diferença de Nível ( $DN = 4 \text{ m}$ ) entre os terraços calculada, clicou-se na malha altimétrica e habilitou-se no software CAD-Earth (**Figura 9**) a diferença de nível entre as curvas onde serão construídos os terraços, gerando também as demais curvas de nível com  $DN = 1 \text{ m}$  (**Figura 10**). Para melhor visualização dos terraços, desabilitou-se o “layer” da malha altimétrica (**Figura 11**).

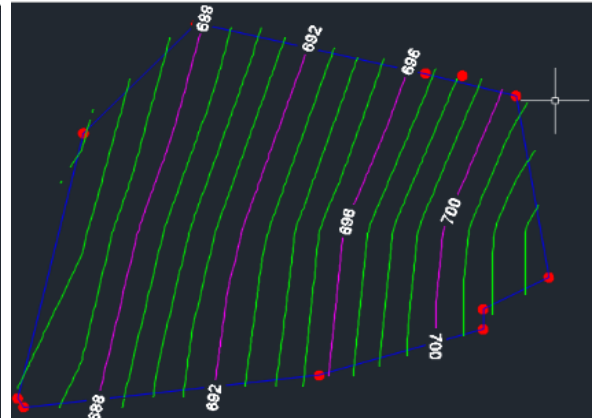
**Figura 9:** Habilitação do DN no software CAD-Earth.



Fonte: CAD-Earth, 2018.

**Figura 10:** Curvas de nível geradas.

Fonte: CAD-Earth, 2018.

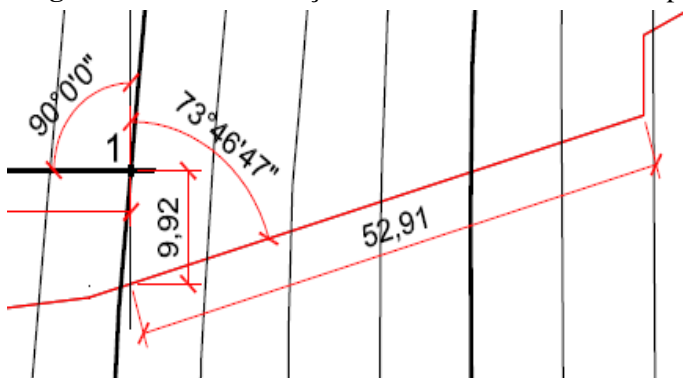
**Figura 11:** Layer malha desabilitado.

Fonte: CAD-Earth, 2018.

### 3.4. Locação dos terraços no campo

Com o auxílio de um teodolito eletrônico e de uma trena, locou-se os pontos do terraço com equidistância horizontal de 10 m, posicionando no terreno os terraços de cota 696 m e 692 m, seguindo os seguintes procedimentos:

1. Determinou-se a distância horizontal no alinhamento da cerca do ponto A até o ponto B (início do terraço de cota 696 m.);

**Figura 12.1:** Determinação da distância horizontal do ponto A até o B.

Fonte: CAD-Earth, 2018.

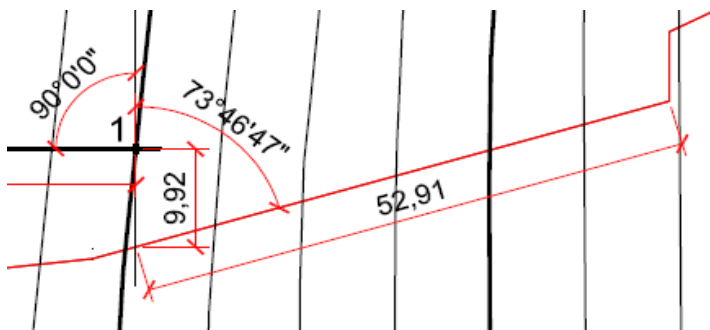
**Figura 12.2:** Medição com a trena do ponto A até o B.



**Fonte:** JESUS, 2018.

2. Com o teodolito estacionado no ponto B, zerou-se o ângulo horizontal no ponto A. Mediu-se o ângulo formado entre a cerca e um ponto afastado horizontalmente 20 m a esquerda da cerca, onde cravou-se uma estaca obtendo-se o ponto inicial de referência;

**Figura 13.1:** Determinação do ângulo de referência do ponto A ao B.



**Fonte:** CAD-Earth, 2018.

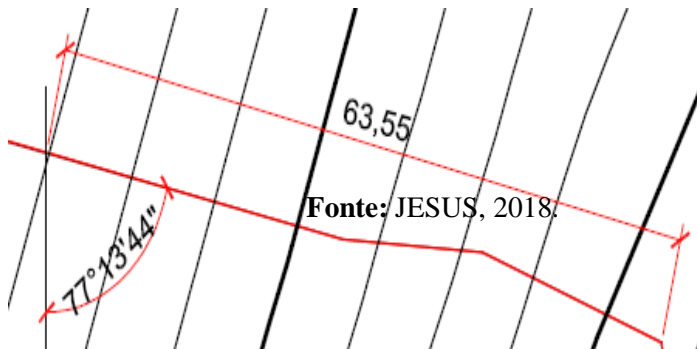
**Figura 13.2:** Teodolito estacionado.



**Fonte:** JESUS, 2018.

3. No final do terraço de cota 696 m, efetuou-se os mesmos procedimentos dos itens 1 e 2;

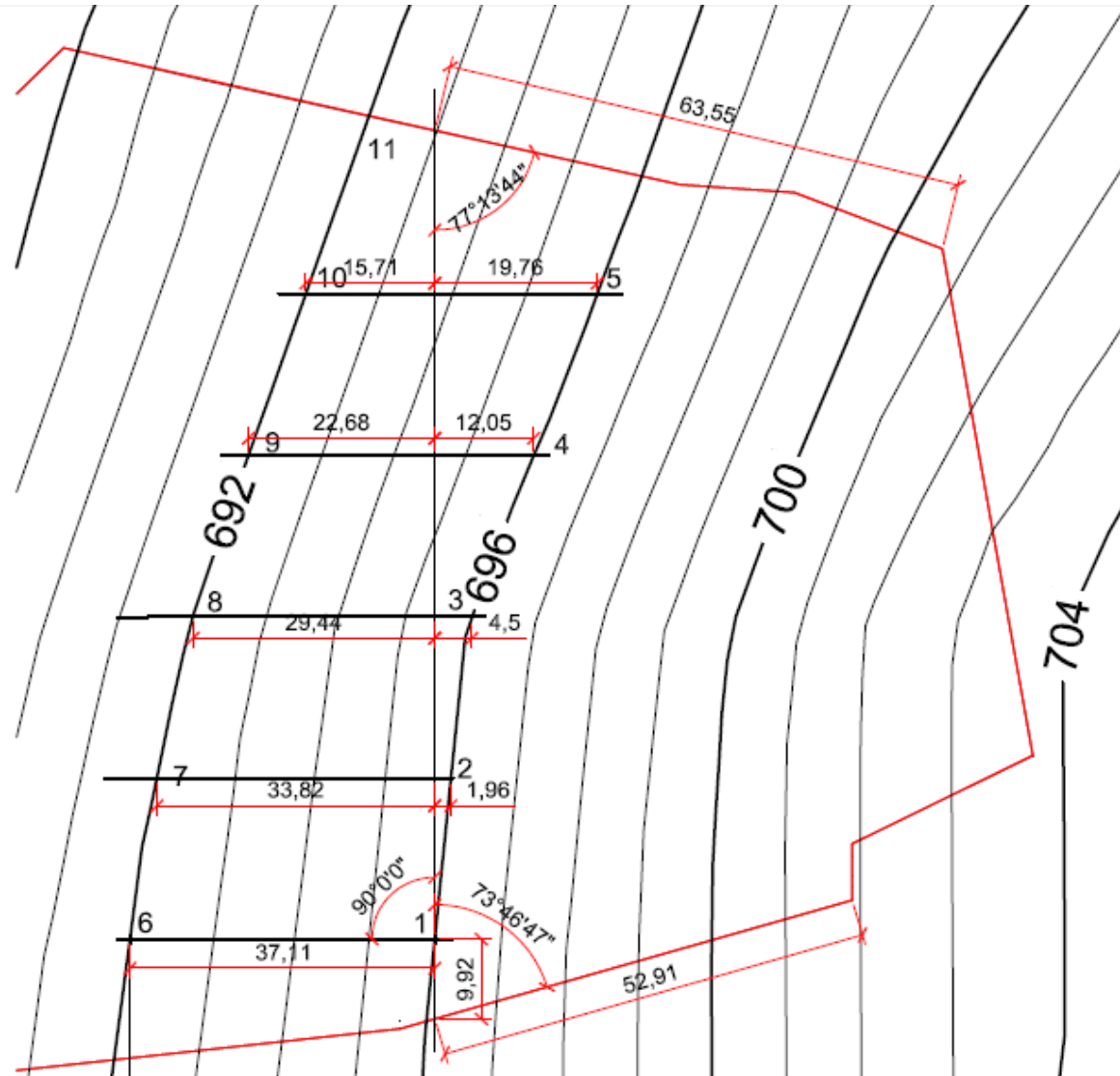
**Figura 14:** Determinação do ângulo de referência do ponto C ao D.



**Fonte:** CAD-Earth, 2018.

4. Determinado o ponto inicial e final, esticou-se um barbante ligando estes dois pontos. Neste alinhamento, com auxílio de uma trena, marcou-se distâncias horizontais de 20 m e distâncias perpendiculares como mostrado na figura, locando-se a partir deste alinhamento, pontos que formam os terraços de cota 696 m e 692 m. Em cada um destes pontos, foi fixado uma estaca com 1 m de altura. Para o terraço de cota 696 m, foram locados 4 pontos, enquanto que para o de cota 692 m, foram locados 6 pontos.

**Figura 15.1:** Determinação dos terraços em pontos locados via linha de referência.



Fonte: CAD-Earth, 2018.

**Figura 15.2:** Barbante ligando o ponto inicial e final (referência).



Fonte: JESUS, 2018.

5. Utilizando-se um nível de precisão e uma mira falante, visualizou-se todos os pontos dos dois terraços fazendo a leitura do fio médio da luneta, afim de determinar se estes pontos de cada terraço obtêm a mesma altura (Cota).

**Figura 16:** Leitura do fio médio de cada ponto dos terraços.



**Fonte:** JESUS, 2018.

6. De posse das leituras do fio médio na mira estacionada em cada ponto, calculou-se inicialmente AI (Altura do instrumento = Cota + Ré). Determinada a altura do instrumento, calculou-se as altitudes dos pontos de cada curva, através da fórmula (Altitude = AI – Vante).

7. Calculando a diferença de altitude entre os pontos, calculou-se a diferença de nível entre os terraços.

8. Dividindo-se a diferença de nível entre os pontos pela distância horizontal entre esses mesmos pontos, determinou-se a declividade ao longo do terraço.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 4:** Levantamento altimétrico.

Terraço de Altitude 696 m

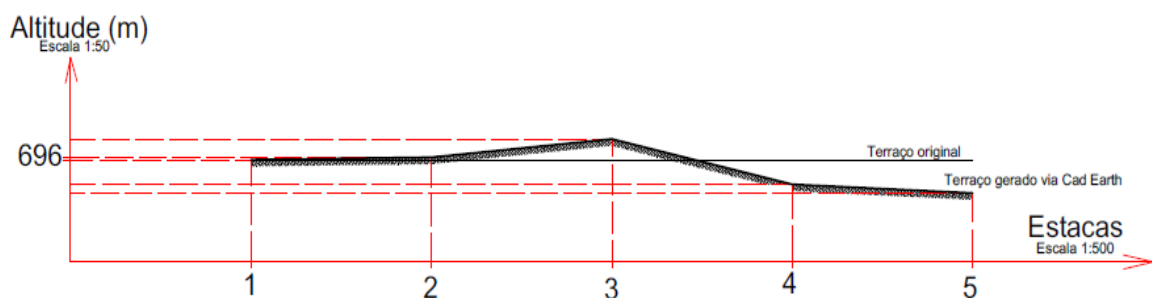
Estaca	AI	Ré	Vante		Altitude	DN	D(%)
			PI	PM			
1	698,087	2,087			696,000	—	—
2	697,678	1,655		2,064	696,023	0,023	0,115
3			1,475		696,203	0,180	0,9
4			1,920		695,758	-0,445	-2,225
5			2,005		695,673	-0,085	-0,425

Terraço de Altitude 692 m

Estaca	AI	Ré	Vante		Altitude	DN	D(%)
			PI	PM			
6	693,942	1,942			692,000	—	—
7			2,220		691,722	-0,278	-1,39
8	694,467	2,490		1,965	691,977	0,255	1,275
9			2,874		691,593	-0,384	-1,92
10			2,646		691,821	0,228	1,14

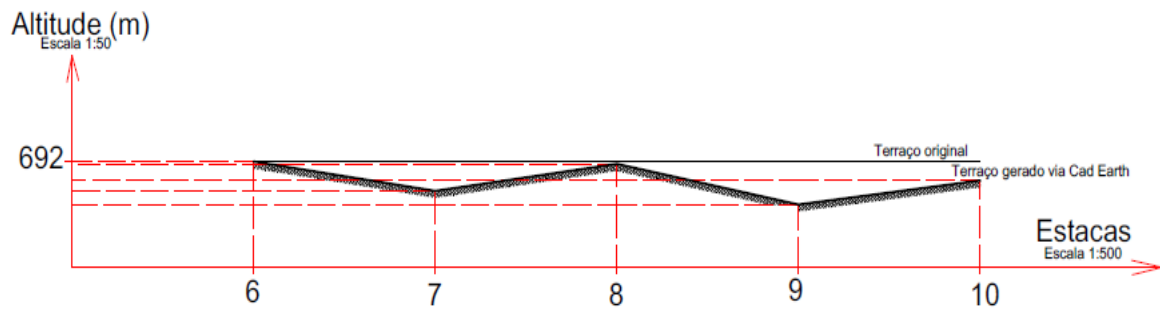
Fonte: JESUS, 2018.

**Figura 17:** Perfil do terraço de altitude 696 m.



Fonte: AutoCAD, 2018.

**Figura 18:** Perfil do terraço de altitude 692 m.



**Fonte:** AutoCAD, 2018.

Nenhum dos dois terraços locados através dos pontos analisados apresentaram as mesmas altitudes. O terraço de altitude 696 m apresentou uma declividade mínima de 0,9% e máxima de 2,225%. Já o terraço de altitude 692 m apresentou uma declividade mínima de 1,14% e máxima de 1,92%. As declividades máximas e mínimas entre os dois terraços ficaram bem próximas, evidenciando um padrão altimétrico e não descarte do software Cad-Eart em trabalhos de campo na locação de terraços.

## 5. CONCLUSÃO

Considerando que a correta locação da curva de nível é fator preponderante para o dimensionamento de terraços, conclui-se que para área em estudo, a metodologia usada se emprega de forma adequada para o dimensionamento de terraços mistos, uma vez que as curvas analisadas apresentaram um pequeno desnível constante entre pontos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLINI, I.; COGO, N. P. Terraceamento em sistemas de preparo conservacionistas de solo: um novo conceito. **Boletim Técnico NRS-SBCS 1.** . Lages, 1996.

CARDOSO, A.; POTTER, R.; DEDECEK, R.A. Estudo comparativo da degradação de solos pelo uso agrícola no Noroeste do Estado do Paraná. **SciELO**. Pesquisa Agropecuária Brasileira: Brasília, v.27, p.349-353, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Práticas de Conservação de Solo e Água**. Circular Técnica, Campina Grande, PB. 2012

FREITAS, S. R. C.; BLITZKOW, D. Altitudes e geopotencial. **IGeS Bulletin** - N.9. 47 – 62, Milan. Junho, 1999.

MAFRA, D. G; ZORN. E. E. Avaliação da Qualidade Geométrica das Medições Efetuadas no Google Earth. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2010.

PORTAL DO AMBIENTE. **Departamento de Ambiente e Qualidade de Vida** – Câmara Municipal de Maia, Portugal, 2005. Disponível em: <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/solo/mais-informacao-1/sobre-a-degradacao-do-solo/> >. Acesso em: 01 de Abril de 2018.

RIBAS, W. K. Os limites posicionais do Google Earth, 2007. Disponível em: <<http://www.esteio.com.br>>. Acesso em: 01 de Abril de 2018.

WADT, P. G. S. Construção de terraços para o controle da erosão pluvial no estado do Acre. **Circular Técnico Embrapa**, p. 19-23. Rio Branco: AC. Setembro, 2003.

ZONTA, J. H *et al.* Práticas de conservação do solo e água. **Circular Técnico Embrapa**. Campina Grande: PB. Setembro, 2012.